

PENILAIAN TAKSONOMI BLOOM KE ATAS KERTAS PEPERIKSAAN MENGUNAKAN PENDEKATAN PEMBUATAN KEPUTUSAN MULTIKRITERIUM

(Assessing Bloom's Taxonomy on Examination Papers using
Multicriteria Decision Making Approach)

NUR HIDAYAH JAMALLUDIN & ZAMIRA HASANAH ZAMZURI

ABSTRAK

Kebanyakan kertas peperiksaan yang disediakan di fakulti-fakulti boleh dikategorikan sebagai kertas peperiksaan dengan aras kesukaran yang rendah kerana menggunakan kriteria asas seperti pengetahuan, pemahaman dan aplikasi. Bagi menguji daya pemikiran pelajar, dan seterusnya mendokong dan meningkatkan pencapaian pelajar, Taksonomi Bloom perlu dititikberatkan dalam pendidikan. Minda pelajar dapat diuji dan dimantapkan jika aras kesukaran kertas peperiksaan ditingkatkan. Kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti tahap kesukaran kertas peperiksaan berdasarkan taksonomi Bloom bagi tiga buah fakulti di UKM. Pangkat diberi kepada kertas peperiksaan tersebut menggunakan analisis pembuatan keputusan multi-kriteria. Menggunakan dua kaedah iaitu TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) dan VIKOR (*Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*), tahap kesukaran kertas peperiksaan bagi ketiga-tiga fakulti ini diperolehi. Hasil analisis TOPSIS dan VIKOR menunjukkan tahap kesukaran kertas peperiksaan bagi ketiga-tiga fakulti adalah berbeza dan tidak menunjukkan peningkatan tahap kesukaran kertas peperiksaan dengan meningkatnya tahun pengajian. Dengan yang demikian, para pendidik boleh menilai sejauh mana Taksonomi Bloom telah dilaksanakan sesuai dengan tahap pengajian pelajar dan mengambil inisiatif untuk menambah baik kertas peperiksaan supaya pencapaian pelajar dapat ditingkatkan. Dalam kajian ini juga diberikan pendedahan terhadap aspek yang perlu dibaik pulih bagi meningkatkan keberkesanan kertas peperiksaan di UKM agar peperiksaan yang dijalankan dapat menguji minda serta mengasah daya pemikiran pelajar agar lebih kritis dan para pendidik juga dapat menilai tahap pemahaman pelajar di dalam subjek yang dipelajari.

Kata kunci: taksonomi Bloom; pembuatan keputusan multikriteria; TOPSIS; VIKOR

ABSTRACT

Most examination papers prepared by the faculties can be categorized as examination papers with low difficulty level since they use basic criteria such as knowledge, understanding and applications. To test students' thinking abilities, hence support and improve students' performance, Bloom's taxonomy must be considered in education. Students mind can be assessed and enhanced if examination papers difficulty levels are increased. This research is conducted to identify the level of difficulty of the examination papers based on Bloom's taxonomy in three faculties in UKM. Ranks are assigned to the examination papers using the analysis of multicriteria decision making. Using two techniques namely TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) and VIKOR (*Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*), the levels of difficulty of the examination papers are obtained. The results of TOPSIS and VIKOR indicate that the levels of difficulty for these examination papers are different and no patterns that difficulty level increases as the academic year increases. In addition, educators can determine the effects of Bloom's Taxonomy on the level of students' education and take initiatives to improve the examination papers so that the students' achievement can be properly measured. This study provides aspects to increase the effectiveness of the examination papers so that the examination papers can be used to test students' mind as well as help to think critically. Besides, educators can evaluate students' understanding in the subjects they learned.

Keywords: Bloom's Taxonomy; multicriteria decision making; TOPSIS; VIKOR

1. Pengenalan

Taksonomi Bloom diperkenalkan oleh Benjamin Bloom pada era 1950-an yang merupakan satu daripada prinsip atau peraturan pengelasan soalan asas dalam pendidikan. Taksonomi Bloom merujuk kepada pengelasan bagi objektif pembelajaran yang ditetapkan oleh tenaga pengajar. Bagi kajian ini, domain kognitif dijadikan sumber rujukan utama untuk mengenal pasti kualiti kertas peperiksaan bagi tiga buah fakulti di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), iaitu Fakulti Sains dan Teknologi (FST), Fakulti Ekonomi dan Pengurusan (FEP) serta Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan (FSSK).

Ferguson (2002) menyimpulkan bahawa Taksonomi Bloom membantu guru Sejarah dan Bahasa Inggeris untuk menghasilkan tugas dan projek yang memerlukan pelajar untuk berfikir dengan lebih kompleks dan dipersetujui oleh Hasnah *et al.* (2008) yang menyifatkan Taksonomi Bloom sebagai panduan untuk menilai kemahiran berfikir dan tabiat pelajar. Suatu kajian ke atas kertas peperiksaan KKKQ2114 Matematik Kejuruteraan III telah dijalankan oleh Izamarlina *et al.* (2012) menggunakan Model Pengukuran Rasch untuk mengasingkan Taksonomi Bloom yang terdapat di dalam kertas peperiksaan ini dan hasil kajian menunjukkan penggunaan Taksonomi Bloom perlu dikaji semula. Selain itu, Hasnah *et al.* (2008) menggunakan teknik perlombongan data untuk mengenal pasti kata kunci di dalam kertas peperiksaan dan mereka menghasilkan perisian untuk mengelaskan tahap kesukaran kertas peperiksaan berdasarkan Taksonomi Bloom. Perisian tersebut mempamerkan keseluruhan kertas peperiksaan dari segi format dan taburan tahap kesukaran setiap soalan peperiksaan. Swart (2009) mendapati bahawa kriteria penggunaan mempunyai peratusan yang tinggi di dalam kertas peperiksaan Kejuruteraan. Oleh itu, kertas peperiksaan ini dianggap sebagai kertas peperiksaan aras rendah. Menurut Forehand (2012), kriteria pengetahuan, pemahaman dan penggunaan merupakan kriteria yang senang manakala analisis, sintesis dan penilaian adalah kriteria yang sukar.

Pembuatan keputusan multikriteria merupakan satu daripada teknik terbaik untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan pelbagai kriteria di dalam pembuatan keputusan (Corner & Kirkwood 1991). Caterino *et al.* (2008) menggunakan sebahagian kaedah di dalam pembuatan keputusan multikriteria, iaitu ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE dan VIKOR untuk membuat keputusan dalam pemilihan bahan yang akan digunakan untuk menambah baik struktur bangunan. TOPSIS dan VIKOR juga digunakan untuk memberi pangkat atau menentukan alternatif terbaik, contohnya Handaru (2012) telah menggunakan kedua-dua kaedah ini di dalam sebuah kajian yang menentukan pangkat *Webometrics* bagi universiti bertaraf dunia berdasarkan jumlah penerbitan yang dihasilkan oleh universiti tersebut. Opricovic dan Tzeng (2004) telah membuat perbandingan di antara TOPSIS dan VIKOR dan hasil menunjukkan bahawa TOPSIS dan VIKOR memberikan keputusan yang berbeza kerana kedua-duanya menggunakan penormalan yang berbeza yang TOPSIS menggunakan penormalan vektor dan VIKOR pula menggunakan penormalan linear untuk menyingkirkan unit fungsi kriteria.

Berdasarkan kajian lepas, TOPSIS dan VIKOR sering kali digunakan untuk memilih keputusan terbaik ataupun memberikan pangkat bagi kes yang melibatkan beberapa alternatif dan kriteria. Walau bagaimanapun, kedua-dua kaedah ini atau mana-mana kaedah lain di dalam pembuatan keputusan multikriteria masih belum digunakan untuk memberi pangkat kepada tahap kesukaran kertas peperiksaan berdasarkan Taksonomi Bloom.

Terdapat enam kriteria dalam domain kognitif dan setiap kriteria dikenal pasti melalui kata kunci berbeza yang dirujuk daripada Hasnah *et al.* (2008) dan laman sesawang *University of Cape Town* seperti berikut :

- **Pengetahuan:** susun, definisi, senaraikan, namakan, turutan, siapa, bila, apa, di mana dan sebutkan.
- **Komprensif/ Pemahaman:** kelaskan, terangkan, jelaskan, kenal pasti, laporkan, pilih, terjemahkan, bincangkan, anggarkan dan ringkaskan.
- **Aplikasi:** Aplikasi, tentukan, tunjukkan, beri gambaran, praktikkan, lakarkan, selesaikan, tuliskan dan gunakan.
- **Analisis:** analisis, kirakan, kategorikan, bandingkan, kritik, bezakan, semak, eksperimen, persoalan dan kesan.
- **Sintesis:** susunkan, kumpulkan, bina, hasilkan, ciptakan, buat rumusan, rancangkan, cadangkan, uruskan dan sediakan.
- **Penilaian:** adili, jangkakan, ramalkan, pilih, justifikasi, berikan alasan, beri penilaian dan beri hujah.

2. Permasalahan Kajian

Berdasarkan perbincangan yang telah dilakukan di Bahagian 1 artikel ini, ianya menimbulkan rasa ingin tahu penyelidik terhadap penggunaan Taksonomi Bloom di dalam pengelasan kertas peperiksaan di tiga buah fakulti di UKM. Adakah setiap kertas peperiksaan telah mencakupi semua kriterium di dalam Taksonomi Bloom? Oleh itu, suatu kajian perlu dijalankan untuk menguji adakah kertas peperiksaan di UKM bagi tiga fakulti mempunyai kesemua enam kriterium tersebut dan adakah kesukaran kertas soalan tersebut bersesuaian dengan tahun pengajian? Diharap agar hasil kajian dapat menjadi petunjuk terhadap pengukuran tahap kesukaran kertas peperiksaan di UKM. Kajian ini juga diharap dapat dijadikan rujukan kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu untuk merancang seterusnya merangka tahap kesukaran kertas peperiksaan yang bersesuaian dengan aras Taksonomi Bloom dan tahap pendidikan pelajar.

3. Objektif

Objektif bagi kajian ini adalah untuk mengenal pasti tahap kesukaran kertas peperiksaan berdasarkan Taksonomi Bloom menggunakan kaedah pembuatan keputusan multikriterium. Selain itu, penyelidik juga ingin memberi pangkat kepada kertas peperiksaan menggunakan dua kaedah dalam pembuatan keputusan multikriterium, iaitu TOPSIS dan VIKOR. Apabila tahap kesukaran peperiksaan telah dikenal pasti arasnya, ia membantu kepada proses merangka strategi untuk menambah baik kualiti kertas peperiksaan agar dapat menguji pelajar berpadanan dengan tahap kesukaran subjek yang dipelajari.

4. Tatakaedah

Data yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari Perpustakaan Tun Sri Lanang, UKM. Kertas peperiksaan yang terdapat di Perpustakaan Tun Sri Lanang adalah terhad. Tidak semua kertas peperiksaan bagi setiap fakulti boleh didapati. Oleh sebab kekangan tersebut, fakulti yang mempunyai sekurang-kurangnya lima kertas peperiksaan bagi setiap tahun pengajian dipilih. Kertas peperiksaan yang diambil adalah sebanyak lima set bagi tiga tahun pengajian daripada FEP, FSSK dan FST menjadikan 45 set kertas peperiksaan secara keseluruhan. Manakala tahun pengajian boleh dikenal pasti melalui kod nombor pertama, iaitu 1 untuk Tahun 1, 2 untuk Tahun 2, dan 3 untuk Tahun 3.

Dua kaedah pembuatan keputusan multikriterium yang digunakan dalam kajian ini adalah TOPSIS dan VIKOR. Langkah awal yang perlu dilaksanakan bagi TOPSIS dan VIKOR adalah dengan menentukan kriterium dengan J adalah bilangan kriterium untuk memilih alternatif

terbaik. Bagi kajian ini, kriterium yang digunakan adalah berdasarkan kategori utama dalam Taksonomi Bloom, iaitu pengetahuan, komprehensif, aplikasi, analisis, sintesis dan penilaian. Seterusnya kertas peperiksaan digunakan sebagai alternatif. Peratusan markah bagi setiap soalan ke- i (fungsi kriterium ke- i) dan alternatif ke- j diwakili oleh, f_{ij} , $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, J$, iaitu nilai bagi setiap alternatif. Manakala pemberat pula dikira dengan mendapatkan purata bagi setiap kriterium yang terdapat di dalam setiap alternatif, iaitu kertas peperiksaan.

4.1. TOPSIS

Kaedah TOPSIS diperkenalkan oleh Chen dan Hwang (1992) dengan merujuk kepada Hwang dan Yoon (1981). Langkah-langkah untuk menjalankan analisis TOPSIS ialah:

- (i) Kira matrik keputusan normal. Nilai normal r_{ij} dikira melalui formula,
- $$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{i=1}^n f_{ij}^2}, i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } j = 1, 2, \dots, J \quad (1)$$

- (ii) Hitung pemberat matrik keputusan normal, v_{ij} menggunakan
- $$v_{ij} = w_i r_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } j = 1, 2, \dots, J \quad (2)$$
- yang w_i adalah pemberat bagi kriterium ke- i dan $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

- (iii) Tentukan penyelesaian ideal A^* dan negatif-ideal A^-
- $$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\}$$
- $$= \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (3)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}$$

$$= \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (4)$$

- (iv) Dapatkan jarak menggunakan jarak Euclidan n -dimensi. Jarak bagi setiap alternatif daripada penyelesaian ideal adalah

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2}, j = 1, 2, \dots, J \quad (5)$$

manakala jarak bagi setiap alternatif daripada penyelesaian negatif-ideal adalah

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, j = 1, 2, \dots, J \quad (6)$$

- (v) Kira pendekatan relatif kepada penyelesaian ideal. Penekatan relatif alternatif a_j terhadap A^* ditafsir sebagai

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{(D_j^* + D_j^-)}, j = 1, 2, \dots, J \quad (7)$$

- (vi) Pangkatkan alternatif mengikut nilai C_j^* .

4.2. VIKOR

Kaedah VIKOR dikembangkan untuk pengoptimuman multikriterium sistem kompleks. Kaedah ini tertumpu kepada memberi pangkat dan memilih daripada satu set kriterium dengan kriterium kompleks. Ia memperkenalkan indeks pangkat berdasarkan ukuran penghampiran kepada penyelesaian ideal Opricovic dan Tzeng (2007). Langkah-langkah untuk menjalankan analisis menggunakan VIKOR adalah

- (i) Tentukan nilai f_i^* yang terbaik dan f_i^- bagi kesemua fungsi kriteria, $i = 1, 2, \dots, n$. Jika fungsi mewakili faedah maka,
 $f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij}$

- (ii) Dapatkan nilai S_j dan R_j , $j = 1, 2, \dots, J$

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \quad (8)$$

$$R_j = \max_i w_i \frac{(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \quad (9)$$

yang w_i adalah pemberat bagi kriteria yang merupakan kepentingan relatif.

- (iii) Kira nilai Q_j , $j = 1, 2, \dots, J$

$$Q_j = v \frac{(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (10)$$

yang

$$\begin{aligned} S^* &= \min_j S_j & S^- &= \max_j S_j \\ R^* &= \min_j R_j & R^- &= \max_j R_j \end{aligned}$$

dengan v diperkenalkan sebagai pemberat strategi pembuatan keputusan atau dikenali juga sebagai “majoriti kriteria”. Kebanyakan penyelidik menggunakan $v = 0.5$.

- (iv) Pangkatkan alternatif dengan menyusun nilai S , R dan Q dengan turutan menurun.
 (v) Alternatif a' yang berada pada kedudukan tertinggi mempunyai nilai Q yang minimum jika memenuhi dua syarat, iaitu:

C1: “Kelebihan yang diterima”, $Q(a'') - Q(a') > DQ$

a'' adalah alternatif pada kedudukan kedua dalam senarai Q ; $DQ = 1/(J - 1)$; J ialah bilangan alternatif.

C2: “Kestabilan dalam pembuatan keputusan yang diterima”

Alternatif a' juga mestilah boleh dipangkatkan menggunakan S dan/atau R . Jika satu daripada syarat tidak dapat dipenuhi, satu set penyelesaian tolak ansur akan dicadangkan:

- Alternatif a' dan a'' hanya jika syarat C2 tidak dipenuhi, atau
- Alternatif $a', a'', \dots, a^{(M)}$ jika C1 tidak dipenuhi dan $a^{(M)}$ ditentukan dengan hubungan $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$ untuk maksimum M .

Alternatif yang dipangkatkan oleh Q adalah yang mempunyai nilai Q yang paling minimum. VIKOR merupakan alat yang sangat membantu dalam pembuatan keputusan terutamanya ketika pembuat keputusan tidak mampu atau tidak tahu untuk menentukan kecenderungan mereka sebagai permulaan.

5. Dapatan Kajian

Dalam Jadual 1 disenaraikan fungsi kriteria yang menggunakan nilai peratusan yang diambil kira daripada markah bagi setiap taksonomi dalam kesemua 45 kertas soalan.

Jadual 1: Fungsi kriterium

Alternatif	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EPPD 1013	7.500	46.667	3.333	37.500	5.000	0.000
EPPD 1013/CCCE 1433	10.8333	46.667	33.333	9.167	0.000	0.000
EPPD 1023/CCCE 1433	0.000	38.000	10.000	17.000	35.000	0.000
EPPD 1033	5.000	7.000	0.000	5.000	83.000	0.000
EPPD 1043	0.000	14.000	57.000	23.000	6.000	0.000
EPPE 2024	0.000	56.250	12.500	31.250	0.000	0.000
EPPE 2313	5.000	28.000	4.000	40.000	0.000	23.000
EPPE 2323	0.000	0.000	13.000	36.000	24.000	27.000
EPPE 2623	5.714	77.143	2.857	2.857	7.143	4.286
EPPM 2933	4.000	10.000	20.000	44.000	20.000	2.000
EPPE 3014	19.000	70.000	0.000	4.000	3.000	4.000
EPPE 3043	12.727	64.545	0.000	13.636	0.000	9.091
EPPE 3213	0.000	80.833	0.000	4.167	0.000	15.000
EPPE 3253	6.000	64.000	0.000	30.000	0.000	0.000
EPPE 3653	16.364	54.545	0.000	0.000	27.273	1.818
SKAP 1013	5.714	94.286	0.000	0.000	0.000	0.000
SKBL 1023	0.000	85.714	0.000	14.286	0.000	0.000
SKKC 1033	28.000	72.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SKSP 1043	0.000	83.333	0.000	16.667	0.000	0.000
SKMB 1063	20.000	63.333	0.000	15.000	1.667	0.000
SKPP 2014	10.000	66.667	0.000	0.000	23.333	0.000
SKBS 2073	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SKBL 2113	16.667	76.667	6.667	0.000	0.000	0.000
SKAG 2123	0.000	75.000	0.000	25.000	0.000	0.000
SKWP 2163	5.000	85.000	0.000	0.000	10.000	0.000
SKSE 3013	0.000	25.000	0.000	50.000	0.000	25.000
SKBE 3073	0.000	25.000	50.000	0.000	0.000	25.000
SKBE 3113	7.500	65.000	0.000	20.000	7.500	0.000
SKMB 3213	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SKAD 3463	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000
STSN 1012	20.000	40.000	13.000	27.000	0.000	0.000
STAG 1043	8.333	50.000	0.000	41.667	0.000	0.000
STSF 1062	1.667	23.333	56.667	15.000	3.333	0.000
STQM 1124	0.000	13.333	10.000	56.667	20.000	0.000
STKK 1503	0.000	20.000	0.000	0.000	56.667	23.333
STAB 2004	23.333	28.889	8.889	24.444	8.889	5.556
STAE 2013	22.222	66.667	0.000	11.111	0.000	0.000
STAG 2063	0.000	85.000	5.000	10.000	0.000	0.000
STSN 2092	0.000	62.500	37.500	0.000	0.000	0.000
STQM 2543	0.000	10.000	35.000	35.000	20.000	0.000
STBK 3103	12.000	60.000	5.000	10.000	13.000	0.000
STSF 3312	8.889	37.778	13.333	40.000	0.000	0.000
STPD 3313	31.579	36.842	10.526	0.000	21.053	0.000
STKK 3323	0.000	52.000	13.000	20.000	0.000	15.000
STAE 3423	11.765	64.706	0.000	0.000	23.529	0.000

Alternatif disusun mengikut empat abjad kemudiannya digit pertama yang menunjukkan tahun pengajian. Kaedah TOPSIS dan VIKOR dipersembahkan dalam bentuk matriks. Daripada Jadual 1, dapat diperhatikan bahawa kertas peperiksaan yang memenuhi kesemua kriterium ialah EPPM 2933, EPPE 2623 dan STAB 2004 sahaja. Manakala kertas peperiksaan yang mempunyai kriterium paling sedikit ialah SKBS 2073, SKAD 3463 dan SKMB 3213.

Set pemberat, w_i menggunakan dua pemberat yang berbeza dengan mengandaikan kriterium T1, iaitu pengetahuan, T2, komprehensif atau pemahaman, dan T3, aplikasi, merupakan

taksonomi yang mudah dan kriterium T4, analisis, T5, sintesis, dan T6, penilaian, merupakan taksonomi yang sukar berdasarkan kajian oleh Forehand (2012).

Jadual 2: Perbandingan pangkat antara kaedah TOPSIS dan VIKOR

Pangkat	C_j^*	Q_j	TOPSIS	VIKOR
1	0.522	0.000	STKK 1503	SKAG 2123
2	0.506	0.000	EPPD 1033	SKMB 3213
3	0.486	0.026	EPPE 2323	EPPE 3253
4	0.417	0.098	SKSE 3013	STSF 3312
5	0.388	0.132	EPPE 2313	STQM 1124
6	0.370	0.165	SKBE 3073	STSN 2092
7	0.354	0.199	STQM 1124	EPPD 1023/CCCE 1433
8	0.326	0.221	EPPM 2933	SKBE 3073
9	0.302	0.230	EPPD 1023/CCCE 1433	EPPE 2623
10	0.301	0.285	STQM 2543	STAE 3423
11	0.272	0.305	STKK 3323	STAG 1043
12	0.259	0.309	STPD 3313	SKMB 1063
13	0.257	0.309	EPPD 1043	STAE 2013
14	0.254	0.309	STAB 2004	SKBL 2113
15	0.250	0.313	EPPE 3653	EPPD 1043
16	0.250	0.315	STAG 1043	EPPD 1013/CCCE 1433
17	0.248	0.315	STSF 3312	STQM 2543
18	0.244	0.318	EPPE 3213	SKKC 1033
19	0.240	0.320	EPPD 1013	EPPE 2323
20	0.233	0.320	STSF 1062	STPD 3313
21	0.216	0.327	STSN 1012	SKBE 3113
22	0.215	0.329	STAE 3423	SKAP 1013
23	0.211	0.331	SKPP 2014	SKBS 2073
24	0.205	0.358	EPPE 2024	STSF 1062
25	0.204	0.369	EPPE 3043	EPPM 2933
26	0.199	0.375	EPPE 3253	SKWP 2163
27	0.185	0.385	SKKC 1033	EPPE 3043
28	0.175	0.386	SKAG 2123	EPPE 2024
29	0.174	0.390	SKMB 1063	SKAD 3463
30	0.172	0.390	STAE 2013	SKSP 1043
31	0.170	0.395	SKBE 3113	STAG 2063
32	0.169	0.403	EPPD 1013/CCCE 1433	EPPD 1033
33	0.168	0.407	STBK 3103	EPPD 1013
34	0.166	0.414	EPPE 3014	EPPE 3213
35	0.161	0.438	STSN 2092	EPPE 3653
36	0.143	0.452	SKSP 1043	STKK 1503
37	0.141	0.463	EPPE 2623	SKPP 2014
38	0.141	0.464	SKBL 2113	STSN 1012
39	0.135	0.476	SKBL 1023	EPPE 3014
40	0.135	0.500	SKWP 2163	SKSE 3013
41	0.122	0.500	STAG 2063	SKBL 1023
42	0.117	0.558	SKAP 1013	STBK 3103
43	0.117	0.679	SKBS 2073	STKK 3323
44	0.117	0.760	SKAD 3463	STAB 2004
45	0.117	0.821	SKMB 3213	EPPE 2313

Kesemua kertas peperiksaan disusun mengikut pangkat yang diperoleh daripada kaedah TOPSIS dan VIKOR daripada nombor satu hingga 45. Jadual 2 menunjukkan perbezaan pangkat daripada kedua-dua kaedah tersebut. Nilai C_j^* dikira menggunakan kaedah TOPSIS persamaan (7) dan Q_j menggunakan VIKOR persamaan (10). Bagi kaedah VIKOR, setiap pangkat yang diberikan perlu memenuhi syarat yang telah ditetapkan sepertimana yang diterangkan di VIKOR (v).

Berdasarkan Jadual 2, hampir kesemua pangkat memenuhi kedua-dua syarat ini. Sebagai contoh, EPPE 3253 merupakan alternatif yang terbaik kerana analisis ini memenuhi kedua-dua syarat. Didapati nilai $Q(a'') - Q(a') = 0.186$ dan $DQ = 0.0714$ yang mana memenuhi syarat C1. Nilai S_j bagi EPPE 3253 merupakan nilai yang paling kecil berbanding dengan kertas peperiksaan FEP yang lain dan boleh disimpulkan bahawa syarat C2 juga dipenuhi.

Berpanduan Jadual 2, kertas peperiksaan yang dikelaskan sebagai paling sukar seperti yang dipangkatkan menggunakan kaedah TOPSIS ialah STKK 1503 kerana kertas ini mempunyai kriteria pemahaman, sintesis dan penilaian. Kertas peperiksaan yang paling mudah pula ialah SKMB 3213 yang hanya memenuhi kriteria pemahaman. Bagi kaedah VIKOR pula, dapat disimpulkan bahawa kertas peperiksaan yang sukar ialah SKAG 2123 dengan kriteria pemahaman dan analisis manakala yang mudah ialah EPPE 2313 yang mempunyai kesemua kriteria kecuali sintesis.

6. Perbincangan

Hasil analisis menunjukkan bahawa kertas peperiksaan yang mempunyai aras kesukaran tinggi bukanlah kertas peperiksaan pelajar Tahun 3. Boleh dikatakan bahawa tiada pola yang dapat membuktikan semakin meningkat tahun pengajian, semakin tinggi aras kesukaran kertas peperiksaan. Oleh yang demikian, timbul persoalan adakah Taksonomi Bloom digunakan dengan sebaiknya di dalam penyediaan kertas peperiksaan?

TOPSIS dan VIKOR menggunakan penormalan dan fungsi agregat berbeza untuk memberikan keputusan pangkat yang berbeza. TOPSIS menggunakan penormalan vektor manakala VIKOR menggunakan penormalan linear. Kedua-dua kaedah ini menggunakan fungsi agregat yang memenuhi andaian, iaitu sedekat mana alternatif yang dipilih menghampiri penyelesaian ideal. Terbukti bahawa kedua-dua kaedah ini menunjukkan perbezaan yang ketara dalam menentukan pangkat kertas peperiksaan. Dapat disimpulkan bahawa kedua-dua kaedah boleh digunakan bergantung kepada unsur yang perlu dioptimumkan.

Kesimpulannya, kertas peperiksaan boleh ditambah baik lagi dengan meluaskan penggunaan Taksonomi Bloom dalam penyediaan kertas tersebut. Selain itu, pihak berkuasa UKM sendiri mungkin boleh menetapkan tahap penggunaan kriteria Taksonomi Bloom yang perlu dipenuhi di dalam setiap kertas peperiksaan di UKM. Kajian ini juga boleh diteruskan dengan menggunakan kaedah TOPSIS yang telah ditambah baik, iaitu TOPSIS dengan menggunakan penormalan linear.

Rujukan

- Caterino N., Iervolino I., Manfredi G. & Cosenza, E. 2008. A comparative analysis of decision making methods for the seismic retrofit of RC buildings. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering* in Beijing, China.
- Chen S.J. & Hwang C.L. 1992. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer.
- Corner J.L. & Kirkwood C.W. 1991. Decision analysis applications in the operations research literature, 1970 - 1989. *Operations Research* 39: 206-219.
- Forehand M. 2012. Bloom's Taxonomy. *Emerging Perspective on Learning, Teaching and Technology*. http://epltt.coe.uga.edu/index.php?title=Bloom%27s_Taxonomy. (8 September 2017)
- Ferguson C. 2002. Using the revised taxonomy to plan and delivery team-taught, intergrated, thematic Units. *Theory into Practice* 41(4): 239-244.
- Handaru Jati. 2012. Comparison of university webometrics ranking using multicriteria decision analysis: TOPSIS and VIKOR method. *World Academy of Science and Technology* 7: 1663-1669.
- Hasnah S., Fattah S., Sulong R.S. & Mamat M. 2008. Mining exam question based on Bloom's Taxonomy. *Knowledge Management International Conference*: 424-427. <http://www.kmice.cms.net.my>. (8 September 2017)

- Hwang C. & Yoon K. 1981. Multiple attribute decision making: methods and applications, a state of the art survey. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 186. Berlin: Springer.
- Izamarlina Asshaari, Haliza Othman, Hafizah Bahaludin, Nur Azilah Ismail & Zulkifli Mohd Nopiah. 2012. Appraisal on Bloom's separation in final examination question of engineering mathematics courses using rasch measurement model. *Procedia-Social and Behavioral Science* **60**: 172-178.
- Opricovic S. & Tzeng G.H. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research* **156**(2): 445-455.
- Opricovic S. & Tzeng G.H. 2007. Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research* **178**: 514-529.
- Swart A.J. 2009. Evaluation of final examination papers in engineering: A case study using Bloom's Taxonomy. *IEEE Transactions on Education* **53**(2): 257-264.

*Pusat Pengajian Sains Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor DE, MALAYSIA
Mel-e: idajamalludin@ymail.com, zamira@ukm.edu.my**

**Penulis untuk dihubungi*